

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-020263

(43)Date of publication of application : 23.01.1998

(51)Int.Cl.

G02F 1/01  
G02F 1/13  
G11B 7/095  
G11B 7/135

(21)Application number : 09-056318

(71)Applicant : PIONEER ELECTRON CORP

(22)Date of filing : 11.03.1997

(72)Inventor : OTAKI MASARU  
IWASAKI MASAYUKI  
OGASAWARA MASAKAZU

(30)Priority

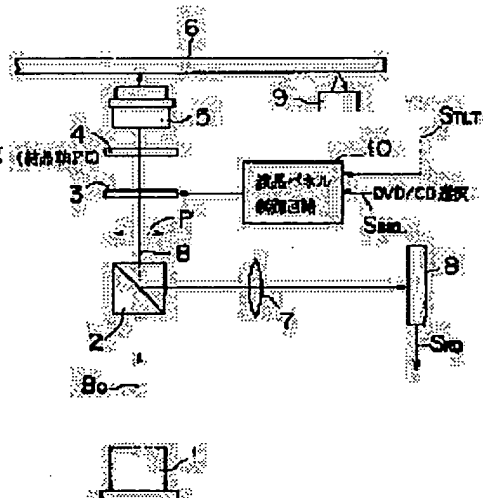
Priority number : 08109793 Priority date : 30.04.1996 Priority country : JP

## (54) WAVEFRONT ABERRATION COMPENSATING UNIT, WAVE-FRONT ABERRATION COMPENSATING DEVICE AND OPTICAL PICKUP

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To compensate aberration caused by the thickness of a substrate of an optical recording medium and aberration caused by the tilt of the optical recording medium being suitable for miniaturization without complicating the constitution.

**SOLUTION:** A liquid crystal panel 3 rotates the polarizing plane of a light beam reaching a predetermined incident position among light beams incident on an objective lens 5 based on control signals SSEL and STLT from the outside and changes the optical path length of the light beam by a prescribed amount for the part of the light beam whose wavefront aberration amount exceeds a prescribed reference wavefront aberration amount. Consequently, the wavefront aberration caused by the difference of a substantial optical path length is compensated, a linear polarizing beam is used as a light beam transmitted from a laser beam source 1 and the substantial numerical aperture of the objective lens 5 is controlled.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-20263

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月23日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/01		G 0 2 F	1/01 D
	1/13	5 0 5		1/13 5 0 5
G 1 1 B	7/095		G 1 1 B	7/095 G
	7/135			7/135 Z

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平9-56318  
 (22) 出願日 平成9年(1997) 3月11日  
 (31) 優先権主張番号 特願平8-109793  
 (32) 優先日 平8(1996) 4月30日  
 (33) 優先権主張国 日本 (J P)

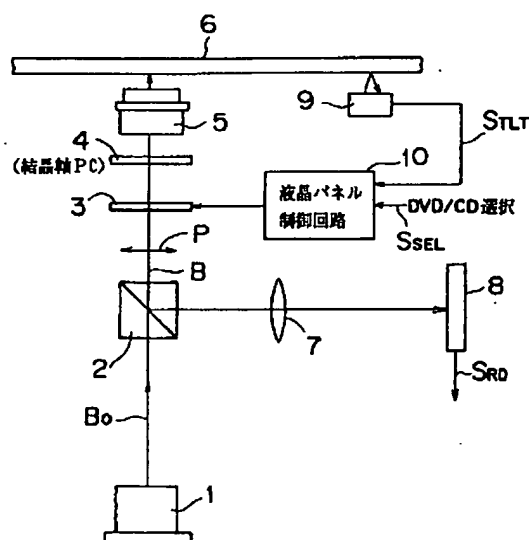
(71) 出願人 000005016  
 パイオニア株式会社  
 東京都目黒区目黒1丁目4番1号  
 (72) 発明者 大滝 賢  
 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ  
 イオニア株式会社総合研究所内  
 (72) 発明者 岩崎 正之  
 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ  
 イオニア株式会社総合研究所内  
 (72) 発明者 小笠原 昌和  
 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ  
 イオニア株式会社総合研究所内  
 (74) 代理人 弁理士 瀧野 秀雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 波面収差補正ユニット、波面収差補正装置及び光ピックアップ

## (57) 【要約】

【課題】 小型化に適し、構成を複雑化することなく、光記録媒体の基板厚に起因して発生する収差及び光記録媒体の傾きに起因して発生する収差を補正する。

【解決手段】 液晶パネル3は、外部から制御信号 SSEL、STLTに基づいて対物レンズ5に入射される光線束のうち予め定めた入射位置に想到する光線束の偏光面を所定量回転させるとともに、波面収差量が所定の基準波面収差量を超える光線束部分について当該光線束の光路長を所定量変化させるので、実質的な光路長の差に起因する波面収差を補正することができるとともに、レーザ光源1から射出する光として直線偏光を用い対物レンズ5の実質的な開口数を制御できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、対物レンズとの間の光路中に配置され、前記光源から射出された光の波面収差を補正する波面収差補正ユニットであって、外部からの制御信号に基づいて前記対物レンズに入射される光線束の光路長を所定量変化させる光路長変更手段を備えたことを特徴とする波面収差補正ユニット。

【請求項2】 請求項1記載の波面収差補正ユニットにおいて、前記光路長変更手段は、前記対物レンズに入射される光線束のうち波面収差量が所定の基準波面収差量を越える光線束部分について当該光線束の光路長を所定量変化させることを特徴とする波面収差補正ユニット。

【請求項3】 請求項1または請求項2記載の波面収差補正ユニットにおいて、前記制御信号は電圧信号であり、前記光路長変更手段は、前記電圧信号による印加電圧に基づいて屈折率に変化する屈折率可変手段と、光学系により規定される波面収差分布に対応する形状を有し、光線束の光路長を変化させるべく前記屈折率可変手段に電圧を印加するための電極と、を備えたことを特徴とする波面収差補正ユニット。

【請求項4】 請求項1または請求項3記載の波面収差補正ユニットにおいて、前記波面収差は、主としてコマ収差であることを特徴とする波面収差補正ユニット。

【請求項5】 光源と、対物レンズとの間の光路中に配置され、前記光源から射出された光の波面収差を補正する波面収差補正ユニットであって、外部からの制御信号に基づいて前記対物レンズに入射される光線束のうち予め定めた入射位置に相当する光線束の偏光面を所定量回転させる偏光面回転手段を備えたことを特徴とする波面収差補正ユニット。

【請求項6】 請求項5記載の波面収差補正ユニットにおいて、前記制御信号は電圧信号であり、前記予め定めた入射位置に対応する形状を有し、前記偏光面回転手段に電圧を印加するための電極を備えたことを特徴とする波面収差補正ユニット。

【請求項7】 請求項5または請求項6記載の波面収差補正ユニットにおいて、前記入射位置は、所望の開口数に基づいて予め定めたことを特徴とする波面収差補正ユニット。

【請求項8】 請求項5乃至請求項7記載の波面収差補正ユニットにおいて、前記波面収差は、主として球面収差であることを特徴とする波面収差補正ユニット。

【請求項9】 光源と、対物レンズとの間の光路中に配置され、前記光源から射出された光の波面収差を補正する波面収差補正ユニットであって、

外部からの制御信号に基づいて前記対物レンズに入射される光線束のうち前記予め定めた入射位置に相当する光線束の偏光面を所定量回転させるとともに、波面収差量が所定の基準波面収差量を越える光線束部分について当該光線束の光路長を所定量変化させる回転角・光路長変更手段を備えたことを特徴とする波面収差補正ユニット。

【請求項10】 請求項9記載の波面収差補正ユニットにおいて、

前記制御信号は電圧信号であり、

前記回転角・光路長変更手段は、前記電圧信号による印加電圧に基づいて前記偏光面の回転角及び屈折率に変化する回転角・屈折率可変手段と、

前記対物レンズに入射される光線束のうち予め定めた入射位置に相当する光線束の偏光面を所定量回転させるべく所望の開口数に基づいて定められた形状を有し、前記回転角・屈折率可変手段に電圧を印加するための第1電極と、

前記第1電極と対になるとともに、光学系により規定される波面収差分布に対応する形状を有し、当該部分の光線束の光路長を変化させるべく前記屈折率可変手段に電圧を印加するための第2電極と、を備えたことを特徴とする波面収差補正ユニット。

【請求項11】 請求項9または請求項10記載の波面収差補正ユニットにおいて、前記波面収差は、主として球面収差及びコマ収差であることを特徴とする波面収差補正ユニット。

【請求項12】 請求項3、請求項4、請求項10あるいは請求項11のいずれかに記載の波面収差補正ユニットにおいて、

前記波面収差は、最も波面収差量の少ない最良像点における波面収差であることを特徴とする波面収差補正ユニット。

【請求項13】 請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の波面収差補正ユニットにおいて、前記光路長変更手段を液晶素子により構成したことを特徴とする波面収差補正ユニット。

【請求項14】 請求項5乃至請求項8のいずれかに記載の波面収差補正ユニットにおいて、前記偏光面回転手段を液晶素子により構成したことを特徴とする波面収差補正ユニット。

【請求項15】 請求項9乃至請求項11のいずれかに記載の波面収差補正ユニットにおいて、前記回転角・光路長変更手段を液晶素子により構成したことを特徴とする波面収差補正ユニット。

【請求項16】 請求項1、請求項6あるいは請求項10のいずれかに記載の波面収差補正ユニットを有する波面収差補正装置において、

外部からの情報に基づいて前記電極に前記情報に対応する所定の電圧を印加する電圧印加手段を備えたことを特

徴とする波面収差補正装置。

【請求項17】 請求項16記載の波面収差補正装置において、前記外部からの情報は、光記録媒体の種別情報及び前記光記録媒体の記録面の傾き情報であることを特徴とする波面収差補正装置。

【請求項18】 請求項16または請求項17記載の波面収差補正装置を有する光ピックアップにおいて、光記録媒体の光軸に対する傾きを検出し、傾き検出信号を前記電圧印加手段に出力する傾き検出手段を備えたことを特徴とする光ピックアップ。

【請求項19】 対物レンズを備えた光ピックアップにおいて、光記録媒体の種別に応じて異なる電圧を印加する透明電極を形成した液晶素子を備えたことを特徴とする光ピックアップ。

【請求項20】 対物レンズを備えた光ピックアップにおいて、光記録媒体が光軸に対して傾くことにより生じた収差を補正するための電圧を印加する透明電極を形成した液晶素子を備えたことを特徴とする光ピックアップ。

【請求項21】 請求項19または請求項20記載の光ピックアップにおいて、前記光記録媒体への照射光あるいは前記光記録媒体からの前記照射光の反射光が受光器側に反射しない所定角度に前記液晶素子を前記照射光の光軸に対して傾けて配置したことを特徴とする光ピックアップ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、波面収差補正ユニット、波面収差補正装置及び光ピックアップに係り、特にDVD (Digital Video Disc) とCD (Compact Disc) のようにディスク厚及び記録密度が異なる複数の光記録媒体に使用可能なコンパチブルタイプ (Compatible Type) の波面収差補正ユニット、波面収差補正装置及び光ピックアップに関する。

【0002】

【従来の技術】DVDを再生するための光ピックアップにおいては、CDと同じ直径12cmのDVDのディスクに動画やコンピュータ情報などのデジタル情報がCDに比べてかなりの高密度記録 (CDの6～8倍の記録密度) で記録されているため、ピット情報を読み取るためのレーザビームのスポット径をCDを再生するための光ピックアップに比べてかなり小さくする必要がある。

【0003】このため、DVDを再生するための光ピックアップにおいては、ビームスポット径を小さくすべく、使用するレーザ光源の波長をCDの780nmよりも短い650nmまたは635nmとし、対物レンズの開口数NAをCDの0.45よりも大きな0.6に設定する等によりディスク片面に約5Gバイト (CDの約8

倍) の高密度記録がなされたDVDの記録情報を読みとることに成功している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、DVD及びCDは同じ記録形式を採用しており、DVDプレーヤでCDも再生できるようにすることが望まれる。しかしながら、DVD用にレーザの波長 $\lambda$ を短くし、かつ、対物レンズの開口数NAを大きくした場合、ディスクがわずかに傾いても波面収差 (主としてコマ収差) が発生し、光ピックアップの光軸に対してディスク面が垂直からずれる角度、いわゆるチルト角に対するマージンが小さくなってしまふ。

【0005】また、DVDよりもCDの方がディスク厚が厚い場合 (例えば、2枚張合わせ型のDVDは片面0.6mm、CDは1.2mm) には、DVDを再生するための光ピックアップ (光学系) を用いてCDを再生すると、波面収差 (主として球面収差) が発生し、レーザビームのスポット径が大きく広がってしまうこととなる。

【0006】このため、そのままではDVD用の光ピックアップ (光学系) を用いてCDの情報を読み取ることができないという問題を生じる。このような問題を解決するために、従来より、DVD用及びCD用の2つの対物レンズを用意し、ディスクによってレンズを切り替える方法、コリメータ部分に補正レンズを挿入し、ディスクによる収差を補正する方法、対物レンズにホログラムを利用した2焦点レンズを用いる方法などが提案されている。

【0007】しかしながら、2つの対物レンズを用いる方法や補正レンズを用いる方法の場合には機構が複雑となり、設置スペースを大きく必要とし、小型化には向かないという欠点があった。また、ホログラムを用いる方法の場合には、回折や干渉を利用していること、マルチビームであることなどから、光の利用効率が低く、さらに、マルチビームなので干渉の影響が出やすいという欠点があった。

【0008】さらに、上記いずれかの方法によってDVD及びCDの双方に使用できるように構成したとしても、ディスクの傾きにより発生した収差を補正するチルト補正までも同時に行なうことは困難であり、チルト補正装置を別途設ける必要があった。

【0009】しかし、チルト補正装置を別に設けた場合、装置がさらに大型化するとともに、コストも高くなってしまふという新たな問題点が生じることとなっていた。そこで、本発明の目的は、DVDとCDのようにディスク厚及び記録密度が異なる複数の光記録媒体の記録／再生装置において、ディスク厚に起因して発生する収差 (主として球面収差) 及びディスクの傾きに起因して発生する収差 (主としてコマ収差) を補正できるとともに、構成を複雑化することなく、小型化に適した波面収

差補正ユニット、波面収差補正装置及び光ピックアップを提供することにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1記載の発明は、光源と、対物レンズとの間の光路中に配置され、前記光源から射出された光の波面収差を補正する波面収差補正ユニットであって、外部からの制御信号に基づいて前記対物レンズに入射される光線束の光路長を所定量変化させる光路長変更手段を備えて構成する。

【0011】請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記光路長変更手段は、前記対物レンズに入射される光線束のうち波面収差量が所定の基準波面収差量を越える光線束部分について当該光線束の光路長を所定量変化させるように構成する。

【0012】請求項3記載の発明は、請求項1または請求項2記載の発明において、前記制御信号は電圧信号であり、前記光路長変更手段は、前記電圧信号による印加電圧に基づいて屈折率が変化する屈折率可変手段と、光学系により規定される波面収差分布に対応する形状を有し、光線束の光路長を変化させるべく前記屈折率可変手段に電圧を印加するための電極と、を備えて構成する。

【0013】請求項4記載の発明は、請求項1または請求項3記載の発明において、前記波面収差は、主としてコマ収差であるように構成する。請求項5記載の発明は、光源と、対物レンズとの間の光路中に配置され、前記光源から射出された光の波面収差を補正する波面収差補正ユニットであって、外部からの制御信号に基づいて前記対物レンズに入射される光線束のうち予め定めた入射位置に相当する光線束の偏光面を所定量回転させる偏光面回転手段を備えて構成する。

【0014】請求項6記載の発明は、請求項5記載の発明において、前記制御信号は電圧信号であり、前記予め定めた入射位置に対応する形状を有し、前記偏光面回転手段に電圧を印加するための電極を備えて構成する。請求項7記載の発明は、請求項5または請求項6記載の発明において、前記入射位置は、所望の開口数に基づいて予め定めるように構成する。

【0015】請求項8記載の発明は、請求項5乃至請求項7記載の発明において、前記波面収差は、主として球面収差であるように構成する。請求項9記載の発明は、光源と、対物レンズとの間の光路中に配置され、前記光源から射出された光の波面収差を補正する波面収差補正ユニットであって、外部からの制御信号に基づいて前記対物レンズに入射される光線束のうち前記予め定めた入射位置に相当する光線束の偏光面を所定量回転させるとともに、波面収差量が所定の基準波面収差量を越える光線束部分について当該光線束の光路長を所定量変化させる回転角・光路長変更手段を備えて構成する。

【0016】請求項10記載の発明は、請求項9記載の

発明において、前記制御信号は電圧信号であり、前記回転角・光路長変更手段は、前記電圧信号による印加電圧に基づいて前記偏光面の回転角及び屈折率が変化する回転角・屈折率可変手段と、前記対物レンズに入射される光線束のうち予め定めた入射位置に相当する光線束の偏光面を所定量回転させるべく所望の開口数に基づいて定められた形状を有し、前記回転角・屈折率可変手段に電圧を印加するための第1電極と、前記第1電極と対になるとともに、光学系により規定される波面収差分布に対応する形状を有し、当該部分の光線束の光路長を変化させるべく前記回転角・屈折率可変手段に電圧を印加するための第2電極と、を備えて構成する。

【0017】請求項11記載の発明は、請求項9または請求項10記載の発明において、前記波面収差は、主として球面収差及びコマ収差であるように構成する。請求項12記載の発明は、請求項3、請求項4、請求項10あるいは請求項11のいずれかに記載の発明において、前記波面収差は、最も波面収差量の少ない最良像点における波面収差であるように構成する。

【0018】請求項13記載の発明は、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の発明において、前記光路長変更手段を液晶素子により構成する。請求項14記載の発明は、請求項5乃至請求項8のいずれかに記載の発明において、前記偏光面回転手段を液晶素子により構成する。

【0019】請求項15記載の発明は、請求項9乃至請求項11のいずれかに記載の発明において、前記回転角・光路長変更手段を液晶素子により構成する。請求項16記載の発明は、請求項1、請求項6あるいは請求項10のいずれかに記載の波面収差補正ユニットを有する波面収差補正装置において、外部からの情報に基づいて前記電極に前記情報に対応する所定の電圧を印加する電圧印加手段を備えて構成する。

【0020】請求項17記載の発明は、請求項16記載の発明において、前記外部からの情報は、光記録媒体の種別情報及び前記光記録媒体の記録面の傾き情報であるように構成する。請求項18記載の発明は、請求項16または請求項17記載の波面収差補正装置を有する光ピックアップにおいて、光記録媒体の光軸に対する傾きを検出し、傾き検出信号を前記電圧印加手段に出力する傾き検出手段を備えて構成する。

【0021】請求項19記載の発明は、対物レンズを備えた光ピックアップにおいて、光記録媒体の種別に応じて異なる電圧を印加する透明電極を形成した液晶素子を備えて構成する。請求項20記載の発明は、対物レンズを備えた光ピックアップにおいて、光記録媒体が光軸に対して傾くことにより生じた収差を補正するための電圧を印加する透明電極を形成した液晶素子を備えて構成する。

【0022】請求項21記載の発明は、請求項19また

は請求項20記載の発明において、前記光記録媒体への照射光あるいは前記光記録媒体からの前記照射光の反射光が受光器側に反射しない所定角度に前記液晶素子を前記照射光の光軸に対して傾けて配置するように構成する。

【0023】請求項1記載の発明によれば、光路長変更手段は、外部からの制御信号に基づいて前記対物レンズに入射される光線束の光路長を所定量変化させる。請求項2記載の発明によれば、請求項1記載の発明の作用に加えて、光路長変更手段は、前記対物レンズに入射される光線束のうち波面収差量が所定の基準波面収差量を越える光線束部分について当該光線束の光路長を所定量変化させる。

【0024】請求項3記載の発明によれば、請求項1または請求項2記載の発明の作用に加えて、光路長変更手段の屈折率可変手段は、前記電圧信号により電極を介して印加される印加電圧に基づいて光学系により規定される波面収差分布に応じて屈折率が変化し、対応する光線束の光路長を変化させる。

【0025】請求項4記載の発明によれば、請求項1または請求項3記載の発明の作用に加えて、前記波面収差は主としてコマ収差であるので、光記録媒体の傾きに起因する収差を除去することとなる。請求項5記載の発明によれば、偏光面回転手段は、外部からの制御信号に基づいて前記対物レンズに入射される光線束のうち予め定めた入射位置に相当する光線束の偏光面を所定量回転させる。

【0026】請求項6記載の発明によれば、請求項5記載の発明の作用に加えて、電極は、対物レンズに入射される光線束のうち、予め定めた入射位置に相当する光線束の偏光面を所定量回転させるべく偏光面回転手段に電圧を印加する。請求項7記載の発明によれば、請求項5または請求項6記載の発明の作用に加えて、入射位置は、所望の開口数に基づいて予め定めるので、対象とする光学系に要求される対物レンズの開口数に応じた光線束の偏光面を回転できる。

【0027】請求項8記載の発明によれば、請求項5乃至請求項7記載の発明の作用に加えて、前記波面収差は、主として球面収差であるので、光記録媒体の基板厚さに起因する収差を除去できる。請求項9記載の発明によれば、回転角・光路長変更手段は、外部からの制御信号に基づいて前記対物レンズに入射される光線束のうち前記予め定めた入射位置に相当する光線束の偏光面を所定量回転させるとともに、波面収差量が所定の基準波面収差量を越える光線束部分について当該光線束の光路長を所定量変化させる。

【0028】請求項10記載の発明によれば、請求項9記載の発明の作用に加えて、前記回転角・光路長変更手段の第1電極及び第2電極は協働して、回転角・屈折率可変手段に電圧を印加し、回転角・屈折率可変手段は、

前記電圧信号による印加電圧に基づいて前記偏光面の回転角を変化させるとともに、屈折率を変化させることにより、光学系により規定される波面収差分布に応じて対応する光線束の光路長を変化させる。

【0029】請求項11記載の発明によれば、請求項9または請求項10記載の発明の作用に加えて、前記波面収差は、主として球面収差及びコマ収差であるので、光記録媒体の基板厚さに起因する収差及び光記録媒体の傾きに起因する収差を除去することとなる。

【0030】請求項12記載の発明によれば、請求項3、請求項4、請求項10あるいは請求項11のいずれかに記載の発明の作用に加えて、前記波面収差は、最も波面収差量の少ない最良像点における波面収差であるので、実際の光学系に適用して波面収差を確実に補正することができる。

【0031】請求項13記載の発明によれば、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の発明の作用に加えて、前記光路長変更手段を液晶素子により構成しているので、容易、かつ、正確に光路長を変更できる。請求項14記載の発明によれば、請求項5乃至請求項8のいずれかに記載の発明の作用に加えて、前記偏光面回転手段を液晶素子により構成するので、容易、かつ、正確に偏光面を回転できる。

【0032】請求項15記載の発明によれば、請求項9乃至請求項11のいずれかに記載の発明の作用に加えて、前記回転角・光路長変更手段を液晶素子により構成するので、容易、かつ、正確に偏光面を回転させ、あるいは、光路長を変更できる。請求項16記載の発明によれば、請求項1、請求項6あるいは請求項10のいずれかに記載の波面収差補正ユニットを有する波面収差補正装置において、電圧印加手段は、外部からの情報に基づいて前記電極に前記情報に対応する所定の電圧を印加する。

【0033】請求項17記載の発明によれば、請求項16記載の発明の作用に加えて、前記外部からの情報は、光記録媒体の種別情報及び前記光記録媒体の記録面の傾き情報であるので、光記録媒体の種類（主として基板厚さの相違）及び光記録媒体の傾きに対応する収差補正が行える。

【0034】請求項18記載の発明によれば、傾き検出手段は、光記録媒体の光軸に対する傾きを検出し、傾き検出信号を前記電圧印加手段に出力する。請求項19記載の発明によれば、透明電極は、液晶素子に対し、光記録媒体の種別に応じて異なる電圧を印加する。

【0035】請求項20記載の発明によれば、透明電極は液晶素子に対し、光記録媒体が光軸に対して傾くことにより生じた収差を補正するための電圧を印加する。請求項21記載の発明の発明によれば、請求項19または請求項20記載の発明の作用に加えて、液晶素子は、光記録媒体への照射光あるいは光記録媒体からの照射光の

反射光が受光器側に反射しない所定角度に照射光の光軸に対して傾けて配置される。

【0036】

【発明の実施の形態】次に図面を参照して本発明の好適な実施形態を説明する。

### 第1実施形態

本第1実施形態は、光学系として理想的なガウス光学系（レンズの像点はガウス像点）を想定した場合の実施形態である。

【0037】ここで、ガウス光学系とは、レンズの開口角が十分小さく

$$\sin \theta \approx \tan \theta \approx \theta$$

の近似が成り立つとする光学系をいう。図1に光ピックアップの原理構成図を示す。

【0038】光ピックアップは、DVDあるいはCD等の光ディスク6上に記録された情報を読みとるための偏光面Pを有するレーザビーム（読取レーザ光）B0を射出するレーザ光源1と、レーザビームB0を偏光面Pを有する直線偏光であるレーザビームBとして透過するとともに、この偏光面Pを90°回転させたレーザビームを反射する偏光ビームスプリッタ2と、波面収差を補正するための液晶パネル3と、互いに垂直な方向に振動する直線偏光の間に1/4波長の光路差を与える1/4波長板4と、レーザビームBを後述の光ディスク6上に集光するための対物レンズ5と、光ディスク6により反射され、対物レンズ5、1/4波長板4及び液晶パネル3を透過し、偏光ビームスプリッタ2により反射されたレーザビームBを集光するための集光レンズ7と、集光レンズ7により集光されたレーザビームBを受光し、光/電変換を行って読取信号SRDとして出力する受光器8と、光ディスク6の傾きを検出してチルト検出信号SLTを出力するチルトセンサ9と、チルト検出信号SLT及び外部からのディスク選択信号（図では、DVD/CD選択信号）SSELに基づいて液晶パネル3を制御する液晶パネル制御回路10と、を備えて構成されている。

【0039】この場合において、1/4波長板4の結晶軸P0は、後述するように（図5参照）、偏光ビームスプリッタ2によって直線偏光とされたレーザビームBの偏光面Pと45°の角度で交わるように配置されている。次に概要動作を説明する。

【0040】レーザ光源1から射出されたレーザビームBは、偏光ビームスプリッタ2を透過した後、液晶パネル3及び1/4波長板4を介して対物レンズ5に至る。そして、対物レンズ5により集光され、光ディスク6の情報記録面に焦点を結ぶこととなる。

【0041】そして、光ディスク6の情報記録面により反射されたレーザビームBの反射光は、対物レンズ5、液晶パネル3を介して偏光ビームスプリッタ2に至る。このとき、レーザビームBは、1/4波長板を2回透過し、その偏光面が90°回転することとなるので、

偏光ビームスプリッタ2により反射されて集光レンズ7に至ることとなる。

【0042】集光レンズ7は、レーザビームBを集光して、受光器8上に像を結び、受光器8はその受光状態に応じた読取信号SRDを出力することとなる。図2に液晶パネルの液晶分子のツイスト配向状態を説明するための模式斜視図を、図3に図2の略示平面図を示す。

【0043】液晶パネル3は、図2及び図3に示すようにガラス基板で挟まれた液晶分子Mを15°～60°の範囲内の所定の角度θにツイスト配向している。そして、液晶パネル3の図1中、上側（または下側）には、DVD/CD切替用、すなわち、対物レンズ5の見かけの開口数を変更するための所定形状を有する透明電極302a（または302b）の電極パターンが形成されている。

【0044】さらに液晶パネル3の図1中、下側（または上側）には、チルト補正を行うための所定形状を有する透明電極302b（または302a）の電極パターンが形成されている。これらの結果、液晶パネル制御回路10によって、上下の透明電極の各電極パターン部分の印加電圧を可変制御してやることにより、1つの光ピックアップを用いてDVD/CDの切り換えとチルト補正の両方を行なえるようになっている。ここで、液晶パネル3のより具体的な構造について説明する。

【0045】図示した液晶パネル3は、上下のガラス基板301a、301bの間に挟まれた液晶分子Mを、上下のガラス基板間で15°～60°の範囲内の所定のツイスト角θ、例えばθ=45°にツイスト配向してある。なお、液晶分子Mにツイストを与えるには、透明電極302a、302bの表面に蒸着した図示しない配向膜によって行なうことができる。

【0046】図4に透明電極の形成例を示す。ここで、図4(A)は、DVD/CD切替用電極の平面図、図4(B)は、チルト補正用の5分割電極の平面図を示す。さらに、上側の透明電極302aには、DVDとCDの切替えに適した電極パターン、例えば図4(A)に示すように、CD再生に適した開口数NA（例えば、レーザ波長650nmでNA=0.37程度）を与える直径からなる円形パターン302a1と、これを取り囲む外周パターン302a2とが形成されている。また、下側の透明電極302bには、例えば図4(B)に示すように、チルト補正に適した分割電極パターン302b1～302b5がそれぞれ形成されている。

【0047】そして、液晶パネル3は、図3に示すように、偏光ビームスプリッタ2を通過して液晶パネル3に入射してくる直線偏光であるレーザビームBの偏光面Pが、ツイスト角θ内に入るように、その向きが設定されている。図1～図4（及び図6）の例の場合、前記ツイスト角θは45°とされており、レーザビームBの偏光面Pはこのツイスト角θのちょうど真ん中の22.

5 [°] 位置となるように設定されている。

【0048】上記構造を有する液晶パネル3を用いた光ピックアップにおいて、いま液晶パネル3の上下の透明電極302a、302bのそれぞれに様に電圧をかけ、その値を可変した場合の印加電圧と受光器8におけるレーザ光の受光強度を測定すると、図5のような特性曲線を有することとなる。

【0049】図5から明らかなように、電圧2.0V以下では受光量はほぼ零、また、3.5V以上では受光量は90~100%となる。したがって、液晶パネル3の透明電極に印加する電圧を変えることにより、受光量を制御することが可能である。

【0050】一方、光ディスク6のチルト（傾き）角を1 [°] とし、対物レンズ5の開口角NA=0.6、光ディスク6の基板厚さを0.6 [mm] (=DVD相当) にした場合のガウス像点における光ディスク6の記録面上の波面収差分布は、図6に示すようなものとなる。

【0051】また、光ディスク6の直径方向の波面収差分布は図7に示すようなものとなる。より詳細には、光ディスクにチルト（傾き）が発生した場合に発生する波面収差は主としてコマ収差であり、図6及び図7に示すように像点の中心に対して点対称に収差が発生している。

【0052】これらの観点から本実施形態では、液晶パネル3に入射したレーザ光のうち記録情報読出しに用いない部分あるいは記録情報読出しに用いようとする部分のいずれか一方の偏光面を所定量回転させることにより、記録情報読出しに用いようとする部分のレーザ光のみが光ディスク6上に照射されるように見かけ上の対物レンズ5の開口数を制御するとともに、波面収差量が所定の基準波面収差量を越えるレーザ光の一部について当該レーザ光の光路長を所定量変化させることにより、すなわち、液晶パネル制御回路10によって液晶パネル3の各電極パターン部分の印加電圧を個別に制御することによりガウス像点における波面収差を補正し、DVD/CDの切り換え及びディスクのチルト補正の双方を同時に可能としているのである。

【0053】次に、図8の原理説明図を参照し、(1)DVDの再生動作時、(2)CDの再生動作時及び(3)チルト補正動作時のピックアップの動作について説明する。

#### (1) DVD再生動作時

DVD再生時には、液晶パネル制御回路10（図1）にディスク選択信号SSELとしてDVD選択信号が与えられる。

【0054】DVD選択信号が与えられると、液晶パネル制御回路10は、液晶パネル3の下側の透明電極302b（図4（B））の全面をグラウンド（アース電位）に落とすと同時に、上側の透明電極302a（図4

(A)）の全面に、例えば3.5Vの電圧を印加する。

【0055】この3.5Vの電圧が印加されると、液晶パネル3内のすべての液晶分子Mがその電界によってほぼ垂直配向の状態となり、液晶パネル3の全面は単なる透明板として作用し、ツイストによる偏光作用はほとんどなくなる。この結果、偏光ビームスプリッタ2を通過して液晶パネル3に入射した直線偏光からなるレーザビームBは、そのまま偏光面を回転することなく通過し、1/4波長板4に至る。

【0056】1/4波長板4に入射した直線偏光のレーザビームは、その偏光面Pが1/4波長板4の結晶軸P。と45 [°] の角度で交差しているので、直線偏光から円偏光に変えられ、ディスク6の情報記録面で反射される。その後、レーザビームは再び1/4波長板4に入射し、円偏光から直線偏光に変えられる。

【0057】そしてこの直線偏光に戻された反射レーザビームは、その偏光面が元の直線偏光面から90 [°] 回転したものとなっており、偏光ビームスプリッタ2の偏光面Pと直交する向きの偏光波となっている。この90 [°] 回転された直線偏光からなる反射ビームは、透明板として作用している液晶パネル3をそのまま通過し、偏光ビームスプリッタ2に至る。前述したように、反射ビームの偏光面は偏光ビームスプリッタ2の偏光面Pと直交する向きに回転されているので、偏光ビームスプリッタ2の偏光面で水平方向に反射され、集光レンズ7を介して受光器8で受光される。

【0058】このように、DVD再生時には、液晶パネル3の全面を単なる透明板として作用させることにより、光ディスク6からの反射レーザビームのすべてが受光器8に入射することとなる。このため、DVD再生時には、対物レンズ5はそのレンズの全面が使用されることになる。したがって、この時の対物レンズの開口数NAをDVDの再生に適した値、例えば、開口数NA=0.6（レーザ波長650nmの場合）となるように設定しておけば、DVDを効率良く再生することができるのである。

#### (2) CD再生動作時

CD再生時には、液晶パネル制御回路10（図1参照）には、ディスク選択信号SSELとしてCD選択信号が与えられる。

【0059】このCD選択信号が与えられると、液晶パネル制御回路10は、液晶パネル3の下側の透明電極302b（図4（B）参照）の全面をグラウンド（アース電位）に落とす。一方、上側の透明電極302a（図4（A）参照）については、その中央の円形パターン302a<sub>1</sub>に対して、例えば、3.5Vの電圧を印加するとともに、この円形パターンを取り囲む外周パターン302a<sub>2</sub>はグラウンド（アース電位）に落とす。

【0060】3.5Vの電圧を印加された中央の円形パターン302a<sub>1</sub>部分は、前述したDVD再生動作時と同様の作用により、単なる透明板として機能する。した



がって、この中央の円形パターン302a<sub>1</sub>部分を通しての反射光は、前記DVDの場合と同様にすべて偏光ビームスプリッタ2で水平方向に反射され、受光器8に入射することとなる。

【0061】一方、円形パターンを取り囲む外周パターン302a<sub>2</sub>はグラウンド（アース電位）に落とされているので、この部分の液晶分子には何らの電界も作用しない。したがって、この外周パターン302a<sub>2</sub>部分の液晶分子は、図8に示したように、ツイスト配向状態のままとなっている。このため、この外周パターン302a<sub>2</sub>部分を通してレーザービームBは、ツイストされた液晶分子Mに沿ってその偏光面が回転され、1/4波長板4に入射される。

【0062】外周パターン302a<sub>2</sub>部分を通して1/4波長板4に入射したレーザービームは、その偏光面と1/4波長板4の結晶軸P<sub>1</sub>との向きがほぼ同じ方向となるので、1/4波長板4の作用をほとんど受けることなく1/4波長板4を通過し、デジタル6の情報記録面で反射された後、再び1/4波長板4に入射する。

【0063】この1/4波長板4に入射した反射光は、再び1/4波長板4の作用を受けることなく直線偏光のまま1/4波長板4を通過し、液晶パネル3に入射する。この直線偏光波からなる反射光は、液晶パネル3を通過する間に、液晶分子Mのツイストに沿ってその偏光面が回転され、液晶パネル3を出るときには元のレーザービームBの偏光面P<sub>1</sub>とほぼ同じ偏光方向となる。したがって、液晶パネル3の外周パターン302a<sub>2</sub>部分を通してディスク6で反射されたレーザービームは、そのまま偏光ビームスプリッタ2を透過してしまい、受光器8に入射することがない。

【0064】このように、CD再生時には、液晶パネル3の透明電極302aの中央の円形パターン302a<sub>1</sub>部分のみを透明板として作用させることにより、この円形パターン部分を通った反射レーザービームのみを受光器8に入射させることができる。

【0065】これは、対物レンズ5を通るレーザービームのうち、収差の大きなレンズ外周部を通るレーザービームがカットされた場合と等価である。すなわち、収差補正を行った場合と同様の効果が得られることとなる。そこで、この時の見かけ上の開口数NAがCDの再生に適した値、例えばNA=0.37（レーザー波長650nmの場合）となるように、前記円形パターン302a<sub>1</sub>の形状を設定しておけば、DVDと同じ光ピックアップを用いてCDをコンパチブルに再生することができる。

### (3) チルト補正動作時

チルト補正は、記録密度が極めて高く、チルト・マージンに余裕のないDVDの再生の場合に行なえば十分であり、CD再生時には必ずしも必要ではない。

【0066】したがって、以下の説明においては、DVDを再生している時を例に採って説明するものとする。

もし、CD再生時にもチルト補正を行なうには、上記(2)項で述べたCD再生用の電圧印加状態に設定した後、円形の開口部分に対して以下に述べるDVDの場合と同様なチルト補正のための印加電圧制御を行なえばよい。光ディスク6にチルト（傾き）が発生した場合に発生する波面収差が図6あるいは図7に示したように、主としてコマ収差であるとすれば、図8に示すように、発生した波面収差に対応する位置の液晶分子に点線で示すような反対方向の位相差を与えてやれば、チルトによる波面収差を打ち消すことができるはずである。

【0067】そこで、本実施形態の光ピックアップは、以下のような原理で上記波面収差を打ち消すようにしている。すなわち、図5の受光特性を参照すれば明らかに、液晶パネル3が透明板として作用する印加電圧3.5V以上においても、受光量は印加電圧の変化に従って若干変化していることが分かる。これは、液晶分子がガラス基板に対して完全な垂直配向とはなっておらず、いまだ若干の傾きを有した状態で配向していることを示している。

【0068】そこで、この液晶パネル3がほぼ透明板として作用する3.5V以上の電圧範囲において印加電圧を可変制御してやれば、液晶分子Mの配向状態がそれに従って変化し、液晶分子Mの複屈折 $\Delta n$ を変えることができる。したがって、通過するレーザービームに次式で表される位相差 $\Delta P$ を与えることができる。

$$\Delta P = \Delta n \cdot d \cdot (2\pi/\lambda)$$

ここで、 $d$ は液晶セルの厚さ、 $\lambda$ は光線の波長である。すなわち、位相差 $\Delta P$ をレーザービームに与えることにより、実質的な光路長を光ディスク6の傾きがない場合と等しくすることができ、発生した収差すなわちチルト補正を行なうことが可能となる。

【0070】次に、チルト補正の具体的な動作について説明する。いま、光ディスク6にチルトが発生すると、チルトセンサ9（図1参照）がこれを検出し、チルト検出信号STLTを液晶パネル制御回路10に出力する。液晶パネル制御回路10は、チルト検出信号STLTに基づいて、上側の透明電極302a（図4（A））の全面をグラウンド（アース電位）に落とすとともに、下側の透明電極302b（図4（B））の各電極パターン302b<sub>1</sub>～302b<sub>5</sub>に対し、チルト検出信号STLTに相当するチルト量に応じてその印加電圧を3.5V以上の範囲でそれぞれ可変制御し、各パターン部分に図8の点線で示すような位相差を与えてやる。これによって図8の実線で示す波面収差（コマ収差）が打ち消され、チルト補正を行なうことができる。

【0071】図9に、液晶パネル3の上側の透明電極302aに形成した電極パターンの他の例を示す。この例は、ディスク厚の厚いCD再生時に発生する波面収差（主として球面収差）を補正するために、図4（A）と同様な円形パターン302a<sub>1</sub>を備えた透明電極302

aにおいて、この円形パターン302a<sub>1</sub>の内部を複数の同心円状(図示例では3個)に分割したもので、CD再生時、これら同心円状に分割された各電極パターン302a<sub>1</sub>、302a<sub>2</sub>、302a<sub>3</sub>の印加電圧を変えて位相差を与えることにより、波面収差を打ち消すようにしたものである。

【0072】すなわち、前述したように、本発明の光ピックアップは、ディスク厚の薄いDVD(片面0.6mm)の再生に適した値に設計された対物レンズ5を用い、この対物レンズ5の開口数NAを液晶パネル3と1/4波長板4を用いて等価的に小さくしてやることにより、開口数NAの小さなCDもコンパクトに再生できるようにしたものである。このため、ディスク厚が1.2mmと厚いCDの再生時には、図10に示すような波面収差が発生する。このディスク厚の違いによって発生する波面収差は主として球面収差であり、図示するように縦軸を中心として左右対称な曲線となる。

【0073】したがって、CD再生時、液晶パネル3の対応する位置の液晶分子に、例えば、点線で示すような反対方向の位相差を与えてやれば、ディスク厚の違いによって発生する波面収差を打ち消すことができる。そこで、これを実現するために図8のような電極パターンの透明電極302aを用い、CD再生時には、前述したCD再生時と同様に、同心円状の電極パターン302a<sub>1</sub>、302a<sub>2</sub>、302a<sub>3</sub>部分にのみ3.5V以上の電圧を印加して透明状態とし、この状態において、各電極パターン302a<sub>1</sub>、302a<sub>2</sub>、302a<sub>3</sub>の印加電圧を3.5V以上の範囲でそれぞれ可変制御してやることにより、各電極パターン部分に図10の点線で示すような位相差を与える。

【0074】これによって図10の実線で示す波面収差(球面収差)が打ち消され、CDの再生能力を向上することができる。前述したように、本実施形態の光ピックアップでは、液晶パネル3のツイスト角 $\theta$ を15°~60°の範囲に限定し、さらに、この液晶パネル3に入射するレーザービームの直線偏光面Pが前記ツイスト角 $\theta$ 内に入るように限定しているが、これは以下のような理由①~③によるものである。

#### 理由①

図11に、ツイスト角 $\theta=67.5^\circ$ に設定した場合の受光特性例を示す。

【0075】すなわち、図11に示すように、ツイスト角 $\theta$ が60°より大になると、光量の変化があまりに大き過ぎ、光量0となる印加電圧が3Vの一点だけとなって極めて使いにくくなるからである。しかも、透明板として作用する電圧も約5V以上と極めて大きくなり、5V以上では印加電圧を変化しても位相差がほとんど発生せず、チルト補正を行なうことができなくなってしまう。

【0076】従って、液晶パネル3のツイスト角 $\theta$ は、

実用上60°以下に設定する必要があるのである。

#### 理由②

図12に、ツイスト角 $\theta=10^\circ$ に設定した場合の受光特性例を示す。

【0077】図12に一例を示すように、ツイスト角 $\theta=15^\circ$ 未満では、電圧3.5V以上の透明領域において位相差はとれるが、ツイストによる偏光面の回転が小さ過ぎるため、光量0となる電圧が存在せず、DVDとCDの切り換えができなくなってしまう。

【0078】従って、液晶パネル3のツイスト角 $\theta$ は、実用上15°以上に設定する必要があるのである。

#### 理由③

図13に、ツイスト角 $\theta=45^\circ$ 、ツイスト中心線からの偏光面Pの角度30°~70°に設定した場合の受光特性例を示す。

【0079】図13に示すように、液晶パネル3に入射するレーザービームの偏光面Pが液晶パネル3のツイスト角 $\theta$ 内に入るようにしないと光量の変化が大き過ぎ、図11の場合と同様に、安定に使用することが困難となる。従って、レーザービームの偏光面Pが液晶パネル3のツイスト角 $\theta$ 内に入るように設定する必要があるのである。

#### 第1実施形態の変形例

上記第1実施形態においては、チルト補正用電極として5分割電極(図4(B)参照)を用いていたが、より簡易な補正を行う場合には、図14に示すように、散ると補正用電極として3分割電極を用いるようにすることも可能である。

【0080】この場合において、3分割電極の電極パターン302b<sub>11</sub>は5分割電極の電極パターン302b<sub>1</sub>に相当し、電極パターン302b<sub>12</sub>は5分割電極の電極パターン302b<sub>2</sub>~302b<sub>4</sub>を組み合わせたものに相当し、電極パターン302b<sub>13</sub>は5分割電極の電極パターン302<sub>5</sub>に相当している。

【0081】図15に実施形態における光ディスクの傾きに起因する波面収差の補正効果を示す。図15に示すように、本第1実施形態によれば、補正なし(図15中、実線で示す。)の場合と比較して、5分割電極を用いた場合(図15中、●-実線で示す。)及び3分割電極(図15中、○-実線で示す。)を用いた場合の双方とも波面収差の影響が低減されていることがわかる。

【0082】以上の実施形態の説明においては、光ディスク上に記録された情報を読み出す場合についてのみ説明したが、同様に情報を光ディスク上に記録する光学系に適用することも可能である。以上の説明のように、本第1実施形態によれば、一枚の液晶パネルを用いて、光ディスクの基板厚さの差に起因して発生する球面収差及び光ディスクの傾きに起因して発生するコマ収差を補正して、確実に情報読取りあるいは情報書込みを行うことができる。

【0083】以上の第1実施形態においては、光ディスクの基板厚さの差に起因する波面収差及び光ディスクの傾きに起因する波面収差の双方を補正する構成となっていたが、光ディスク切換用電極パターンを分割しないように構成すれば、チルト補正のための波面収差のみを行うことができ、チルト補正用電極パターンを分割しないように構成すれば、光ディスク切換に伴う波面収差補正のみを行うことができる。

【0084】逆に電極パターンの分割数をより多くすれば、対応ディスク種類（対応ディスク基板厚さ種類）を増加させ、あるいは、より精密な傾き補正を行うことができる。

## 第2実施形態

上記第1実施形態は、光学系として理想的なガウス光学系を想定した場合の実施形態であったが、実際の光学系は必ずしもガウス光学系の条件を満たしているとして取り扱うことができるわけではない。

【0085】そこで、本第2実施形態は、光学系として通常の光学系（レンズの像点は最良像点）を想定した場合の実施形態である。ここで、最良像点とは、波面収差を考慮した場合の実際の集光中心にあたり、最も波面収差量の少ない領域である。

【0086】図16に光ディスク6のチルト（傾き）角を $1^\circ$ とし、対物レンズ5の開口角 $NA=0.6$ 、光ディスク6の基板厚さを $0.6\text{ [mm]}$ （＝DVD相当）にした場合の最良像点における光ディスク6の記録面上の波面収差分布を示す。また、図17に最良像点における光ディスク6の直径方向の波面収差分布を示す。この波面収差分布は、図7に示した波面収差曲線における波面収差量軸（縦軸）及びレンズ径軸（横軸）を回転させた場合と等価である。

【0087】従って、光ディスク6にチルト（傾き）が発生した場合に発生する波面収差（主としてコマ収差）は、図16及び図17に示すように、像点の中心に対して点対称となっている。これらの観点から本実施形態でも、液晶パネル3に入射したレーザ光のうち記録情報読出しに用いない部分あるいは記録情報読出しに用いようとする部分のいずれか一方の偏光面を所定量回転させることにより、記録情報読出しに用いようとする部分のレーザ光のみが光ディスク6上に照射されるように見かけ上の対物レンズ5の開口数を制御するとともに、波面収差量が所定の基準波面収差量を越えるレーザ光の一部について当該レーザ光の光路長を所定量変化させることにより、すなわち、液晶パネル制御回路10によって液晶パネル3の各電極パターン部分の印加電圧を個別に制御することにより最良像点における波面収差を補正し、DVD/CDの切り換え及びディスクのチルト補正の双方を同時に可能としているのである。

【0088】本第2実施形態においても、ディスク切換時の動作については同一であるので、図18の原理説明

図を参照し、チルト補正動作時のピックアップの動作についてのみ説明する。光ディスク6にチルト（傾き）が発生した場合に発生する波面収差が図16あるいは図17に示したように、主としてコマ収差であるとすれば、図18（A）に示すように、発生した波面収差に対応する位置の液晶分子に点線で示すような反対方向の位相差を与えてやれば、チルトによる波面収差を打ち消すことができるはずである。

【0089】そこで、図19に示すように、第1実施形態の下側の透明電極302b（図4（B）参照）に代えて、波面収差分布（図16参照）に対応する5分割電極パターン（電極パターン312b1～312b5）を有する透明電極312b採用し、波面収差分布に応じた電圧を液晶パネル3に印加する。

【0090】この場合において、電極パターン312b1に対応する領域及び電極パターン312b5に対応する領域では、収差の向きは異なるが収差量はほぼ同じであり、電極パターン312b3に対応する領域及び電極パターン312b4に対応する領域では収差の向きは異なるが収差量はほぼ同じである。従って、電圧制御のための被制御量は、5分割電極パターンでありながら、二つだけ（電極パターン312b2は、制御量固定のため）であり、制御が容易となっている。

【0091】そして、液晶パネル3がほぼ透明板として作用する3.5V以上の電圧範囲において各電極パターン312b1～312b5の印加電圧を可変制御してやることにより、液晶分子Mの配向状態がそれに従って変化し、液晶分子Mの複屈折 $\Delta n$ 画変化し、通過するレーザビームに次式で表される位相差 $\Delta P$ を与えることができ、実質的な光路長を光ディスク6の傾きがない場合と等しくすることができ、発生した収差すなわちチルト補正を行なうことが可能となる。

$$\Delta P = \Delta n \cdot d \cdot (2\pi/\lambda)$$

ここで、 $d$ は液晶セルの厚さ、 $\lambda$ は光線の波長である。次に、チルト補正の具体的な動作について説明する。いま、光ディスク6にチルトが発生すると、チルトセンサ9（図1参照）がこれを検出し、チルト検出信号STLTを液晶パネル制御回路10に出力する。

【0093】液晶パネル制御回路10は、チルト検出信号STLTに基づいて、上側の透明電極302a（図4（A））の全面をグランド（アース電位）に落とすとともに、下側の透明電極312b（図4（B））の各電極パターン312b1～312b5に対し、チルト検出信号STLTに相当するチルト量に応じてその印加電圧を3.5V以上の範囲でそれぞれ可変制御し、各パターン部分に図18（A）の点線で示すような位相差を与えてやる。これによって図18（A）に実線で示す波面収差（コマ収差）が打ち消され、図18（B）に示すように、チルト補正を行なうことができる。

## 第2実施形態の変形例

上記第2実施形態においては、チルト補正用電極として5分割電極(図19参照)を用いていたが、より簡易な補正を行う場合には、図20に示すように、チルト補正用電極として電極パターン312b11~312b13を有する3分割電極を用いるようにすることも可能である。

【0094】図15に示すように、本第2実施形態によれば、補正なし(図15中、実線で示す。)の場合と比較して、5分割電極を用いた場合(図15中、■-実線で示す。)及び3分割電極(図15中、□-実線で示す。)を用いた場合の双方とも波面収差の影響が第1実施形態と比較しても、低減されていることがわかる。

【0095】以上の第2実施形態の説明においては、光ディスク上に記録された情報を読み出す場合についての説明したが、同様に情報を記録する光学系に適用することも可能である。以上の説明のように、本第2実施形態によれば、一枚の液晶パネルを用いて、最良像点上の光ディスクの基板厚さの差に起因して発生する球面収差及び光ディスクの傾きに起因して発生するコマ収差を補正して、確実に情報読取りあるいは情報書込みを行うことができる。

【0096】以上の第2実施形態においても、光ディスクの基板厚さの差に起因する波面収差及び光ディスクの傾きに起因する波面収差の双方を補正する構成となっていたが、ディスク切換用電極パターンを分割しないように構成すれば、チルト補正のための波面収差のみを行うことができ、チルト補正用電極パターンを分割しないように構成すれば、光ディスク切換に伴う波面収差補正のみを行うことができる。

【0097】逆に電極パターンの分割数をより多くすれば、対応ディスク種類(対応ディスク基板厚さ種類)を増加させ、あるいは、より精密な傾き補正を行うことができる。図21に、液晶パネル3の下側の透明電極312bとして形成した5分割電極パターンの他の例を示す。

【0098】図21において、図19と同様の部分には、同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。これらの電極パターンにおいても、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0099】図22に、液晶パネル3の下側の透明電極312bとして形成した3分割電極パターンの他の例を示す。図22において、図20と同様の部分には同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

【0100】これらの電極パターンにおいても、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。分割電極パターンの種類としては、以上のものに限られるものではなく、対処しようとする波面収差分布に対応する形状、分割数を有するように分割電極パターンを形成することにより同様の効果を得ることが可能である。

### 第3実施形態

上記第1実施形態及び上記第2実施形態においては、図

1に示したように、液晶パネル3は、対物レンズ5の光軸上に位置して、光軸と垂直(90°)に交わるように配置していた。

【0101】このように液晶パネル3を光軸と垂直に交わるように配置した場合、液晶パネル3のガラス基板301a、301bや透明電極302a、302bの表面から反射したレーザービームBが迷光となって受光器8に入り込むことがある。これを防止するには、ガラス基板301a、301b、透明電極302a、302b及び図示しない配向膜の界面に反射防止膜を形成する必要がある、光ピックアップが高価なものになってしまうこととなる。

【0102】そこで、本第3実施形態においては、液晶パネル4を光軸に対して所定角度傾けて配置することにより、液晶パネル4のガラス基板301a、301b及び透明電極302a、302bを光軸に対して傾けて配置する。この結果、液晶パネル4のガラス基板301a、301b、透明電極302a、302bあるいは図示しない配向膜の表面でレーザービームBが反射したとしても、反射光は光軸から離れる方向に反射され、迷光となって受光器8に入射するようなことがなくなる。

【0103】従って、反射防止膜を形成する必要がなくなり、光ピックアップのコスト低減を図ることができる。

### 【0104】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、光路長変更手段は、外部からの制御信号に基づいて前記対物レンズに入射される光線束の光路長を所定量変化させることにより波面収差を補正するので、実質的な光路長の差に起因する波面収差を補正することができる。

【0105】請求項2記載の発明によれば、請求項1記載の発明の効果に加えて、光路長変更手段は、対物レンズに入射される光線束のうち波面収差量が所定の基準波面収差量を越える光線束部分について当該光線束の光路長を所定量変化させることにより波面収差を補正するので、実質的な光路長の差に起因する波面収差を補正して、波面収差量を所定の基準波面収差量未満とすることができる。

【0106】請求項3記載の発明によれば、請求項1または請求項2記載の発明の効果に加えて、光路長変更手段の屈折率可変手段は、前記電圧信号により電極を介して印加される印加電圧に基づいて光学系により規定される波面収差分布に応じて屈折率が変化し、対応する光線束の光路長を変化させるので、波面収差量が減少する側に屈折率変化させることにより波面収差量を容易に補正することができる。

【0107】請求項4記載の発明によれば、請求項1または請求項3記載の発明の効果に加えて、前記波面収差は主としてコマ収差であるので、光記録媒体の傾きに起因する収差を除去して、確実に光記録媒体への情報書込

及び光記録媒体からの情報読出が行える。

【0108】請求項5記載の発明によれば、偏光面回転手段は、外部からの制御信号に基づいて前記対物レンズに入射される光線束のうち予め定めた入射位置に相当する光線束の偏光面を所定量回転させるので、光源から射出する光として直線偏光を用い、光路中に偏光板を挿入することによって、対物レンズの実効的な開口数を制御することができる。

【0109】請求項6記載の発明によれば、請求項5記載の発明の効果に加えて、電極は、対物レンズに入射される光線束のうち、予め定めた入射位置に相当する光線束の偏光面を所定量回転させるべく偏光面回転手段に電圧を印加するので、伝月が印加された予め定めた入射位置の光線束の偏光面の向き及び予め定めた入射位置以外の光線束の偏光面の向きを異ならせることができ、いずれか一方の偏光面の向きを有する光線束のみを用いることにより対物レンズの実効的な開口数を制御することができる。

【0110】請求項7記載の発明によれば、請求項5または請求項6記載の発明の効果に加えて、入射位置は、所望の開口数に基づいて予め定めるので、対象とする光学系に要求される対物レンズの開口数に応じた光線束の偏光面を回転でき、容易に開口数の実効的な制御が行える。

【0111】請求項8記載の発明によれば、請求項5乃至請求項7記載の発明の効果に加えて、前記波面収差は、主として球面収差であるので、光記録媒体の基板厚さに起因する収差を容易に除去できる。請求項9記載の発明によれば、回転角・光路長変更手段は、外部からの制御信号に基づいて前記対物レンズに入射される光線束のうち前記予め定めた入射位置に相当する光線束の偏光面を所定量回転させるとともに、波面収差量が所定の基準波面収差量を越える光線束部分について当該光線束の光路長を所定量変化させるので、実質的な光路長の差に起因する波面収差を補正することができるとともに、光源から射出する光として直線偏光を用い、光路中に偏光板を挿入することによって、対物レンズの実効的な開口数を制御することができる。

【0112】請求項10記載の発明によれば、請求項9記載の発明の効果に加えて、前記回転角・光路長変更手段の第1電極及び第2電極は協働して、回転角・屈折率可変手段に電圧を印加し、回転角・屈折率可変手段は、前記電圧信号による印加電圧に基づいて前記偏光面の回転角を変化させるとともに、屈折率を変化させることにより、光学系により規定される波面収差分布に応じて対応する光線束の光路長を変化させるので、所望の偏光面の向きを有する光線束の束を用いることにより対物レンズの実効的な開口数を容易に制御して、開口数に起因する波面収差を補正することができるとともに、光記録媒体の傾きに起因する波面収差を容易に補正することがで

きる。

【0113】請求項11記載の発明によれば、請求項9または請求項10記載の発明の効果に加えて、前記波面収差は、主として球面収差及びコマ収差であるので、光記録媒体の基板厚さに起因する収差及び光記録媒体の傾きに起因する収差を除去して、確実に光記録媒体への情報記録あるいは光記録媒体からの情報読出が行える。

【0114】請求項12記載の発明によれば、請求項3、請求項4、請求項10あるいは請求項11のいずれかに記載の発明の効果に加えて、前記波面収差は、最も波面収差量の少ない最良像点における波面収差であるので、実際の光学系に適用して波面収差を確実に補正することができ、光記録媒体に対する確実な情報記録あるいは情報読出が行える。

【0115】請求項13記載の発明によれば、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の発明の効果に加えて、前記光路長変更手段を液晶素子により構成しているので、容易、かつ、正確に光路長を変更でき、ひいては容易、かつ、正確に光記録媒体の傾きに起因する波面収差補正が行える。

【0116】請求項14記載の発明によれば、請求項5乃至請求項8のいずれかに記載の発明の効果に加えて、前記偏光面回転手段を液晶素子により構成するので、容易、かつ、正確に偏光面を回転でき、ひいては容易、かつ、正確に光記録媒体の基板厚さに起因する波面収差補正が行える。

【0117】請求項15記載の発明によれば、請求項9乃至請求項11のいずれかに記載の発明の効果に加えて、前記回転角・光路長変更手段を液晶素子により構成するので、容易、かつ、正確に偏光面を回転させ、あるいは、光路長を変更でき、ひいては容易、かつ、正確に光記録媒体の基板厚さに起因する波面収差補正並びに光記録媒体の傾きに起因する波面収差補正が行える。

【0118】請求項16記載の発明によれば、請求項1、請求項6あるいは請求項10のいずれかに記載の波面収差補正ユニットを有する波面収差補正装置において、電圧印加手段は、外部からの情報に基づいて前記電極に前記情報に対応する所定の電圧を印加するので、印加電圧を制御することにより様々な収差量に容易に対応して、波面収差補正を行える。

【0119】請求項17記載の発明によれば、請求項16記載の発明の効果に加えて、前記外部からの情報は、光記録媒体の種別情報及び前記光記録媒体の記録面の傾き情報であるので、光記録媒体の種類（主として基板厚さの相違）及び光記録媒体の傾きに対応する収差補正が行え、光記録媒体に対する情報記録あるいは情報読出を確実にできる。

【0120】請求項18記載の発明によれば、傾き検出手段は、光記録媒体の光軸に対する傾きを検出し、傾き検出信号を前記電圧印加手段に出力するので、光記録媒

体の傾きに依じて最適な電圧を印加することができ、光記録媒体の傾きに起因する波面収差を容易に補正して、光記録媒体に対する情報記録あるいは情報読出が確実に行える。

【0121】請求項19記載の発明によれば、透明電極は、液晶素子に対し、光記録媒体の種別に応じて異なる電圧を印加するので、光記録媒体の種類（主として基板厚さの相違）に対応する収差補正が行え、光記録媒体に対する情報記録あるいは情報読出を確実にできる信頼性の高い光ピックアップを構成することができる。

【0122】請求項20記載の発明によれば、透明電極は液晶素子に対し、光記録媒体が光軸に対して傾くことにより生じた収差を補正するための電圧を印加するので、光記録媒体の傾きに対応する収差補正が行え、光記録媒体に対する情報記録あるいは情報読出を確実にできる信頼性の高い光ピックアップを構成することができる。

【0123】請求項21記載の発明の発明によれば、請求項19または請求項20記載の発明の作用に加えて、液晶素子は、光記録媒体への照射光あるいは光記録媒体からの照射光の反射光が受光器側に反射しない所定角度に照射光の光軸に対して傾けて配置されるので、受光器側に光記録媒体への照射光あるいは光記録媒体からの照射光の反射光が迷光として受光器に入射するのを抑制することができ、液晶素子に反射防止膜を形成する必要がなくなり、光ピックアップのコスト低減を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態の光ピックアップの原理説明図である。

【図2】液晶分子のツイスト配向状態を説明するための模式斜視図である。

【図3】図3の略示平面図である。

【図4】液晶パネルの上下の透明電極に形成された電極パターンの形状例を示すもので、(A)は上側の透明電極に形成されたDVD/CD切り換え用の電極パターンの一例を示す平面図、(B)は下側の透明電極に形成されたチルト補正用の電極パターンの一例を示す平面図である。

【図5】液晶パネルの印加電圧に対する受光器の受光特性を示す図である。

【図6】ガウス像点における波面収差分布の説明図(1)である。

【図7】ガウス像点における波面収差分布の説明図(2)である。

【図8】第1実施形態の波面収差補正の説明図である。

【図9】DVD/CD切り換え用の電極パターンの他例を示す図である。

【図10】CD再生時に発生する波面収差（球面収差）を示す図である。

【図11】液晶パネルのツイスト角が大きい場合の受光特性を示す図である。

【図12】液晶パネルのツイスト角が小さい場合の受光特性を示す図である。

【図13】レーザビームの偏光面が液晶パネルのツイスト角内に設定されていない場合の受光特性を示す図である。

【図14】第1実施形態の変形例を説明する図である。

【図15】実施形態の波面収差補正の効果を説明する図である。

【図16】第2実施形態の最良像点における波面収差分布の説明図(1)である。

【図17】第2実施形態の最良像点における波面収差分布の説明図(2)である。

【図18】第2実施形態の波面収差補正の説明図である。

【図19】第2実施形態の電極パターン（5分割電極パターン）の説明図である。

【図20】第2実施形態の変形例を説明する図(1)である。

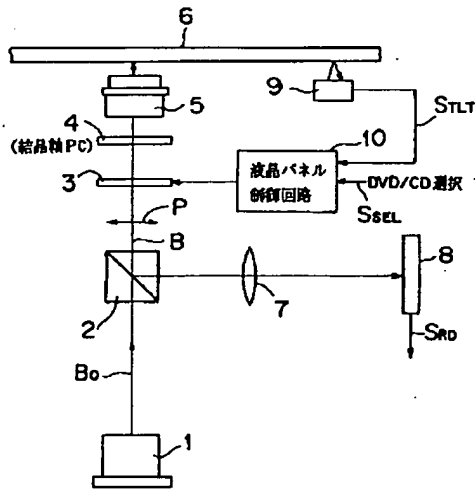
【図21】第2実施形態の変形例を説明する図(2)である。

【図22】第2実施形態の変形例を説明する図(3)である。

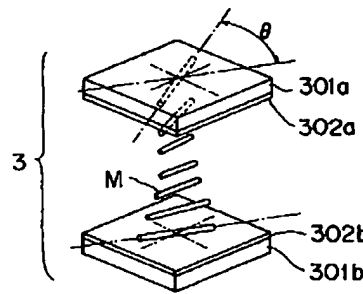
#### 【符号の説明】

1	レーザ光源
2	偏光ビームスプリッタ
3	液晶パネル
4	1/4波長板
5	対物レンズ
6	光ディスク
7	集光レンズ
8	受光器
9	チルトセンサ
10	液晶パネル制御回路
301a, b	透明電極
302a <sub>1</sub> ～a <sub>n</sub>	DVD/CD切換用の電極パターン
302b <sub>1</sub> ～b <sub>s</sub>	チルト補正用の電極パターン
312b <sub>1</sub> ～b <sub>s</sub>	チルト補正用の電極パターン
312b <sub>n</sub> ～b <sub>ns</sub>	チルト補正用の電極パターン

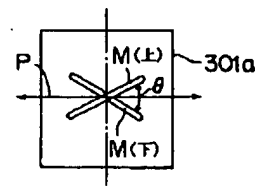
【図1】



【図2】



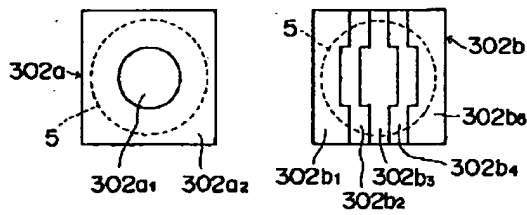
【図3】



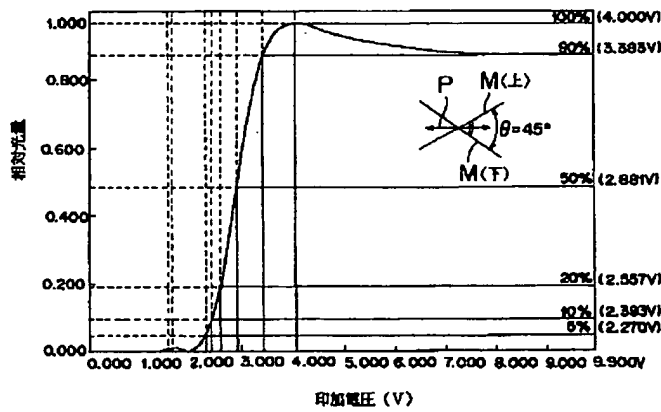
【図4】

(A)  
DVD/CD切り換え用

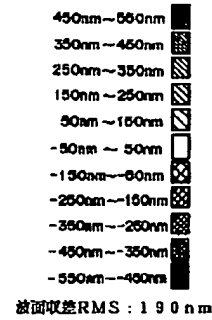
(B)  
チルト補正用



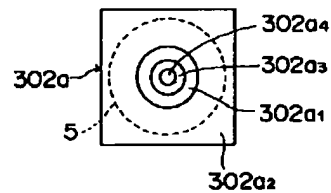
【図5】



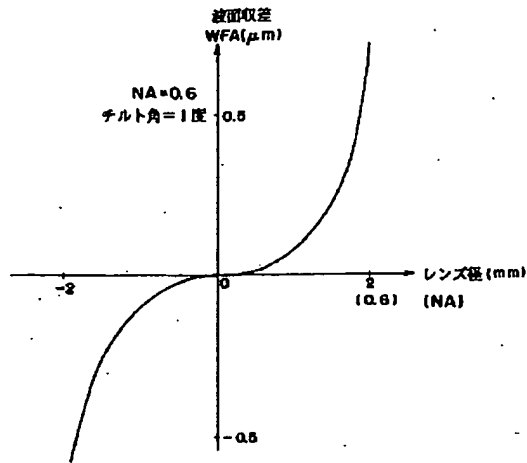
計算条件  
対物レンズNA: 0.6  
ディスク厚み: 0.6mm  
ディスク傾き: 1deg



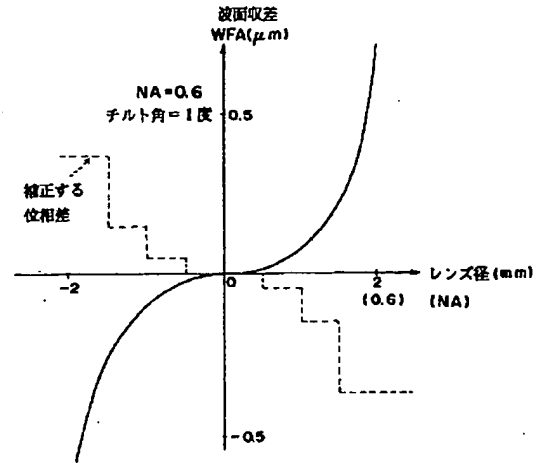
【図9】



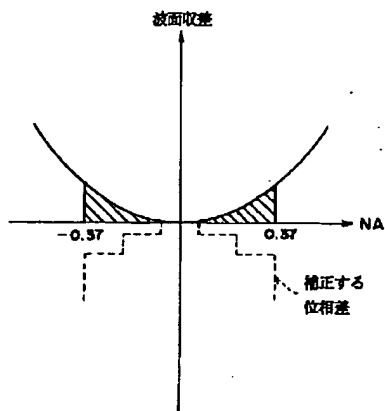
【図7】



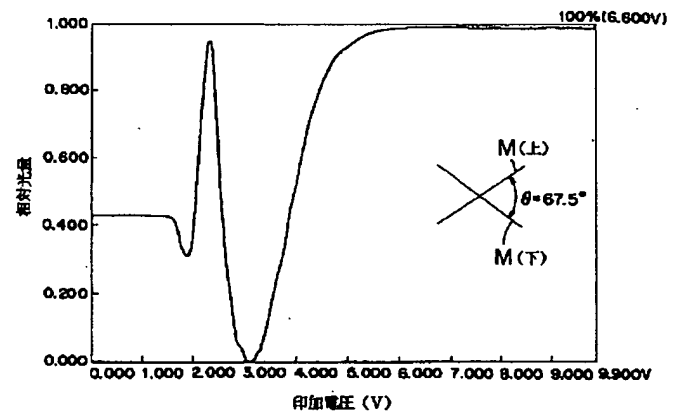
【図8】



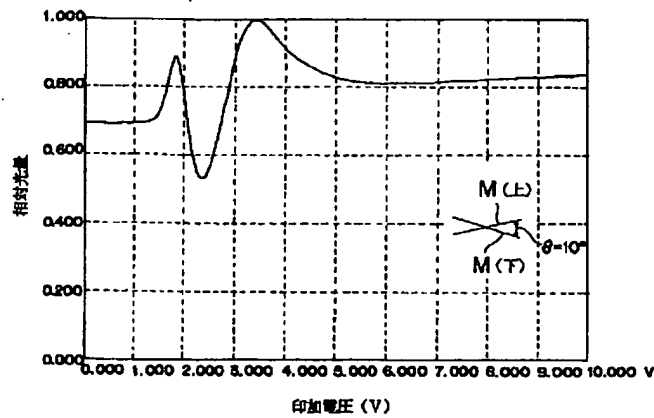
【図10】



【図11】

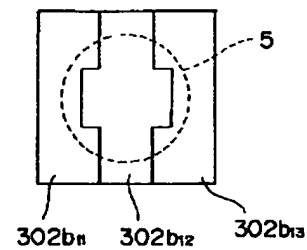


【図12】



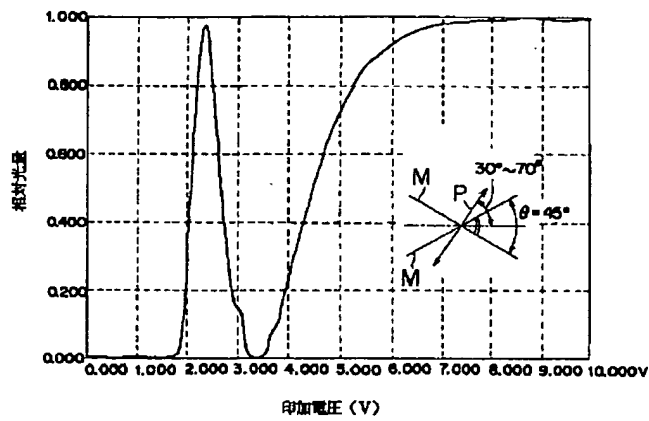
【図14】

テルト補正用 (3分割電極パターン)

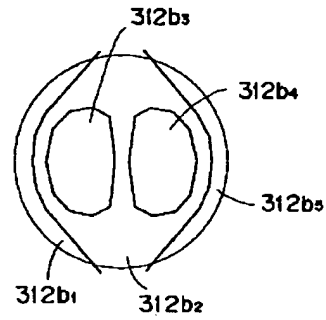




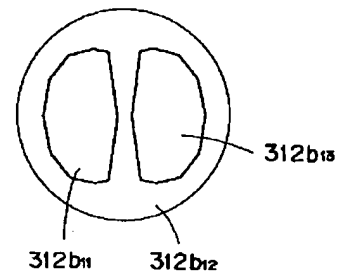
【図13】



【図19】

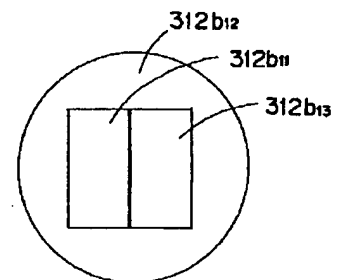


【図20】

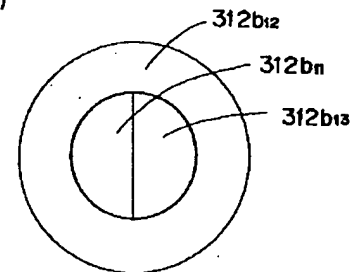


【図22】

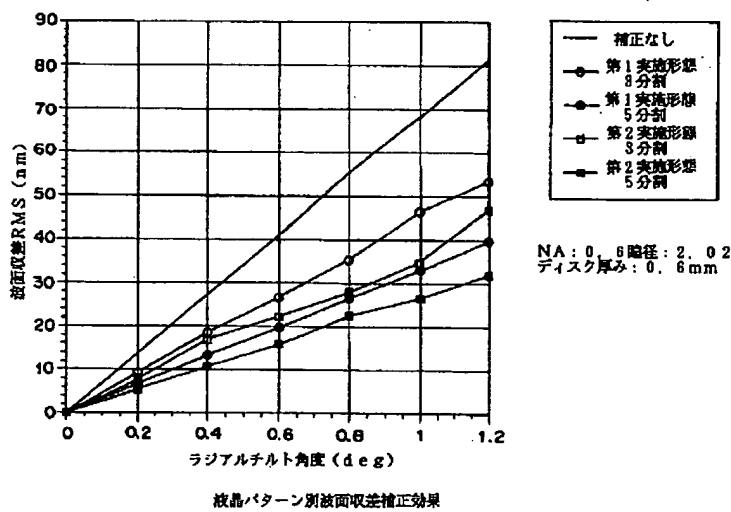
(A)



(B)

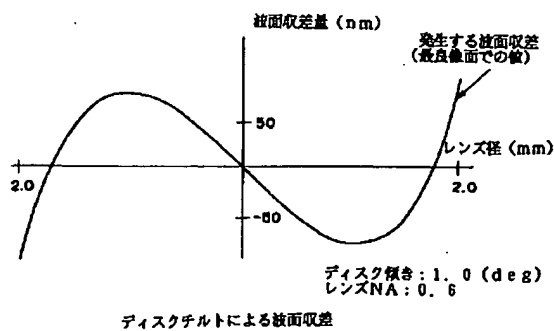


【図15】



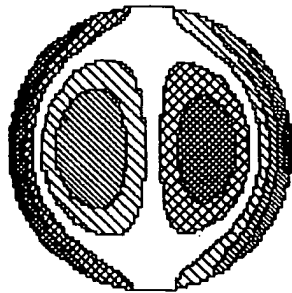
波面収差補正効果

【図17】

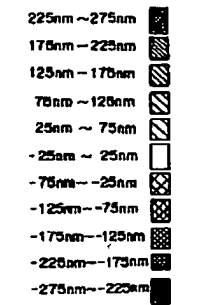


ディスクチルトによる波面収差

【図16】



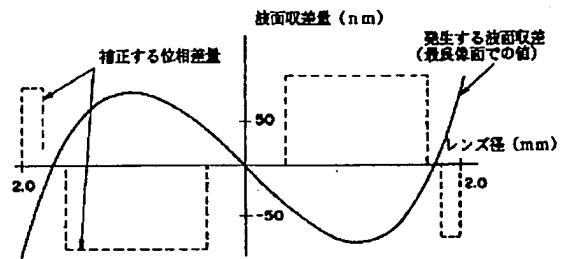
計算条件  
 対物レンズNA: 0.8  
 ディスク厚み: 0.8mm  
 ディスク傾き: 1deg



波面収差量RMS: 6.8nm

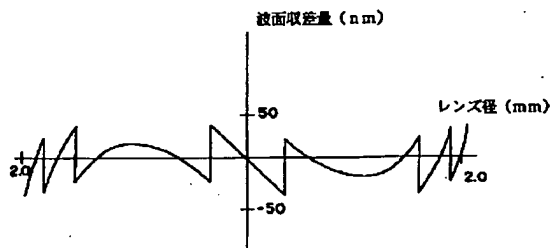
【図18】

(A)



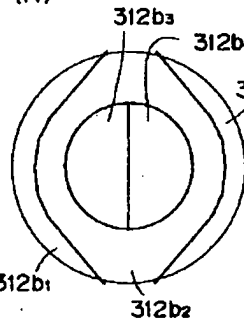
ディスク傾き: 1.0 (deg)  
 レンズNA: 0.8

(B)

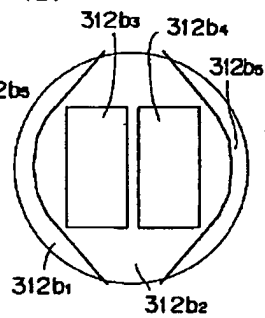


【図21】

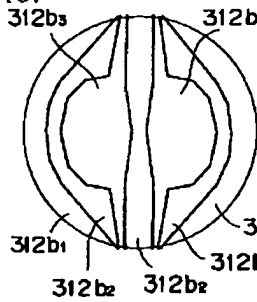
(A)



(B)



(C)



(D)

